

# Ontologia para Cidades

Brenda Salenave Santana<sup>1</sup>, Leandro Krug Wives<sup>1</sup>,  
José Palazzo Moreira de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS – Brasil

{bssantana,wives,palazzo}@inf.ufrgs.br

## 1. Introdução

Com o crescimento urbano das cidades e o aumento crescente de sua população, a necessidade de gerenciar seus recursos torna-se essencial a fim de garantir a qualidade de vida de sua população, proporcionando um bom nível de inserção social e de cidadania. Nesse contexto, este trabalho preocupa-se em estimular a utilização inteligente de recursos presentes em cidades, aqui denominados de pontos de interesse (PoI).

Apontado no livro “Academia Brasileira de Ciências – Projeto de ciência para o Brasil: Cidades sustentáveis e inteligentes” como um tema de importância, apresentado na Seção Magna da ABC<sup>1</sup> de 2017, considera-se aqui inteligente uma cidade na qual seus recursos sejam conhecidos e projetados para seus habitantes, de forma a prover um melhor ambiente a seus cidadãos. Desse modo, mecanismos de recomendação que proporcionem um melhor usufruto de tais recursos de modo a propiciar um ambiente inteligente e melhor aproveitado é um assunto de crescente popularidade.

Dado ainda o aumento das cidades com suporte informacional e o consequente aumento dos pontos de interesse disponibilizados nas mesmas, a variedade de recursos a serem explorados torna-se ainda maior. Assim, tais PoIs, antes conhecidos apenas parcialmente pelo cidadão, passaram a ser descritos e categorizados na *Web*, estando disponíveis a todos através de dados abertos, os quais, de acordo com a Open Foundation [Definition 2015], são aqueles que podem ser livremente acessados, utilizados e redistribuídos por qualquer pessoa.

Visando atender tal necessidade, esta pesquisa propõe uma estratégia de recomendação de PoIs para cidades inteligentes. Essa leva em consideração não apenas os interesses do usuário, mas também as intenções do usuário que levaram àquela recomendação. Para implementar a abordagem proposta, foi projetada uma ontologia para representar PoIs em cidades inteligentes. A partir dela, é implementada uma heurística de recomendação que toma por base o perfil, os interesses, e as intenções do usuário e oferece a ele uma lista de POIs que atendam tais restrições.

## 2. Fundamentação Teórica

De acordo com Gruber (1993), ontologia é especificação explícita de uma conceitualização, ou seja, pode ser definida como um conjunto de conceitos fundamentais e suas relações onde capta-se o entendimento de um domínio em questão e permite sua representação de modo formal. Incluem também definições interpretáveis por máquina de conceitos básicos no domínio e relações entre eles. Dessa forma, permite-se compartilhar

---

<sup>1</sup><http://www.abc.org.br/>

o entendimento comum da estrutura de informação entre pessoas ou agentes de software distribuídos no ambiente, favorecendo a reutilização do conhecimento de domínio, tornando explícitos seus pressupostos, permitindo ainda analisar o conhecimento do domínio a que se aplica.

Este documento descreve uma ontologia proposta para cobrir o domínio conceitual de uma cidade inteligente (*smart city*), tendo como usuário um turista em processo de visita à ela. Proposta e elaborada na disciplina de “Modelagem conceitual e Ontologia”, o modelo foi inicialmente desenvolvido a partir das diretrizes indicadas por Noy et al. (2001).

A ontologia desenvolvida visou agregar conceitos relativos ao ambiente de uma cidade e de seus usuários de forma que fosse possível proporcionar recomendações adequadas tanto a moradores locais quanto a turistas interessados em conhecer determinada região, baseando-se em características como perfil, interesses, disponibilidade e localização. Com ela, também é possível realizar recomendações a partir de inferências sobre possíveis intenções momentâneas de cada usuário, de modo a personalizar de forma adequada as necessidades requeridas.

As informações contidas na ontologia buscaram então prover respostas a necessidades advindas de cada perfil de usuário (turista ou residente) na cidade modelada. Ou seja, a ontologia contém informações de auxílio para a recomendação de PoIs, sejam esses turísticos ou de viés cidadão, indicados a perfis distintos, tendo como base informações referentes ao usuário.

Assim sendo, as informações contidas na ontologia proposta podem ainda auxiliar no mapeamento dos PoI de uma cidade para fins de planos de desenvolvimento turístico ou social. Definida a partir de um vocabulário comum do domínio contemplado e referenciando *namespaces* já especificados na literatura, buscou-se então fazer uso de definições de conceitos básicos do domínio e das relações entre eles, as quais expressam suas propriedades, de modo interpretável por máquina. O modelo foi desenvolvido utilizando OWL (*Web Ontology Language*), tendo como auxílio a ferramenta Protégé<sup>2</sup> em sua versão 5.2.

Foram empregados conceitos apresentados em diferentes ontologias tais como FOAF (*Friend of a Friend*), a qual descreve pessoas, suas atividades e relações na Web Semântica, e OSM *Semantic Network* que expressa meios de identificar PoIs em mapeamentos colaborativos de código aberto comuns a plataforma do Open Street Map<sup>3</sup> na definição e população do modelo. Assim, a ontologia para cidade aqui descrita poderá receber contribuições de diferentes partes interessadas e vir a contribuir no planejamento e no desenvolvimento de modelos futuros.

### 3. Ontologia Proposta

O modelo possui o usuário como seu elemento central (Classe 'Person'), buscando atender o seu perfil (residente ou visitante) e os seus interesses. Além dos elementos de domínio e de contexto, junto ao modelo da ontologia são descritas regras semânticas de inferência as quais são responsáveis pela seleção dos pontos da cidade que possam trazer uma melhor experiência à interação de seus usuários com o entorno. A combinação do

---

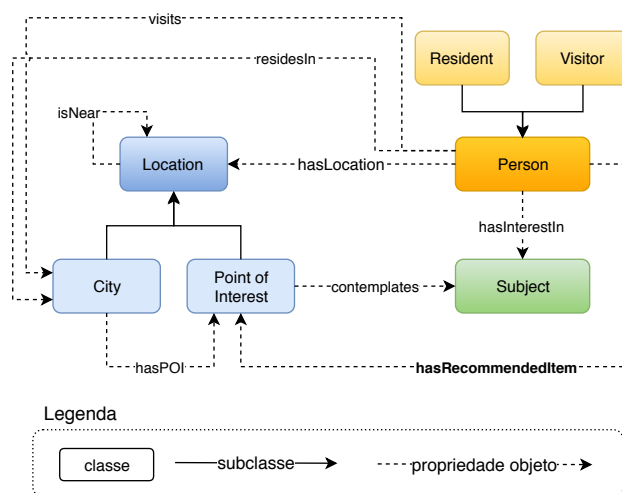
<sup>2</sup><https://protege.stanford.edu/>

<sup>3</sup><http://www.openstreetmap.org/>

modelo instanciado com as regras semânticas e motor de inferências lógicas concebe a base utilizada para realizar recomendações sensíveis ao contexto de seus usuários com os arredores. A seguir apresenta-se uma breve descrição das principais classes que compõe a ontologia:

- *Location*: classe que agrega informações relativas a disposição geográfica de elementos, tais como latitude e longitude;
- *City*: classe que reúne informações relativas à cidade mapeada, tais como nome, população e demais dados relevantes;
- *Point of Interest*: classe que reúne informações referentes aos pontos de interesse mapeados, tais como nome, descrição, localização, tipo, entre outras;
- *Person*: classe que agrega informações referentes a uma pessoa, tais como, nome, faixa etária, interesses e demais informações que possam influir na personalização de sua recomendação;
- *Subject*: classe que reúne informações relativas a tópicos que podem ser contemplados por determinados pontos de interesse e/ou de usuários.

Na Figura 1 são ilustradas as principais classes da ontologia de modo a representar ainda as relações existentes entre essas. As classes referentes ao ambiente mapeado (*Location*, *City* e *Point of Interest*) foram inseridas por entender-se que representam de modo abrangente os elementos aos quais se propõe. Classes como *Person*, e seus descendentes *Resident* e *Visitor* foram modeladas nesta ontologia pois descrevem tipos distintos de usuários, possuindo abrangência sobre suas características. A classe *Subject* contribui então ao estabelecer uma relação entre dois dos principais elementos do modelo, de forma que as inferências a serem geradas possam ser personalizadas de modo individualizado.



**Figura 1. Classes**

A partir da visão relacional apresentada entre as classes da ontologia, observa-se que uma pessoa possui interesse por determinados assuntos, os quais são atendidos por diferentes pontos de interesse de uma cidade. Dadas suas características, um mesmo ponto pode contemplar diferentes assuntos, como, como por exemplo, uma igreja que pode abranger tópicos referentes à arquitetura, religião, história, entre outros.

Dado que o modelo foi proposto de modo que pudesse auxiliar na recomendação adaptativa de pontos de interesse em favor dos interesses e necessidades de seus usuários,

foram estabelecidas regras de inferência a serem processadas utilizando o Pellet<sup>4</sup> como motor de inferência.

A escolha por esse mecanismo deu-se pois, de acordo com Dentler et al. (2011), ele apresenta uma grande expressividade na descrição de lógica descritiva, sendo completo, sólido, explicativo (justificação de inferências), além de possuir código aberto. A partir disso são então geradas *Semantic Web Rules Language* (SWRL) compatíveis com a ferramenta utilizada.

#### 4. Validação

Na regra SWRL 1 expressa-se genericamente um tipo de inferência aceito no modelo desenvolvido. Desse modo, nesta é possível perceber a definição de instâncias de pessoa (*?p*), ponto de interesse (*?poi*), assunto (*?s*), localização (*?l*). Assim, tem-se que cada usuário possui interesse em determinado assunto, o qual é contemplado em um ou mais pontos de interesse.

$$\begin{aligned}
 & Person(?p) \wedge PointOfInterest(?poi) \wedge \\
 & Subject(?s) \wedge hasAvailableTime(?p, ?t) \wedge \\
 & Location(?l) \wedge hasInterest(?p, ?s) \wedge \\
 & contemplates(?poi, ?s) \wedge hasLocation(?p, ?l) \wedge \\
 & hasLocation(?poi, ?l) \rightarrow hasRecommendedItem(?p, ?poi)
 \end{aligned} \tag{1}$$

A partir da verificação das características de cada classe, expressas pelas devidas propriedades de dados e de objetos, ao contemplar tais condições gera-se então uma lista de itens a serem recomendados (*hasRecommendedItem*) a determinado usuário. Logo, toda recomendação é dada a partir de uma inferência a qual pode ser explicada de modo transparente e condizente ao esperado para cada uso.

A regra 2 demonstra a ontologia anteriormente explicada, populada a partir de dados da cidade de Gramado – RS. O exemplo apresenta uma situação onde determinado usuário situado na região central possui a intenção de almoçar em algum restaurante das proximidades, tendo cerca de uma hora disponível. A Tabela 1 apresenta então uma lista de pontos localizados no centro da cidade que satisfaçam os interesses do usuário. A lista de pontos de interesse recomendados poderia ainda possuir restrições tais como preço e tipo de comida desejada.

$$\begin{aligned}
 & Person(?p) \wedge hasInterest(?p, Food) \wedge \\
 & contemplates(?poi, Food) \wedge hasAvailableTime(?p, 60) \wedge \\
 & hasLocation(?p, centro) \wedge nearOf(?poi, centro) \wedge \\
 & hasAverageTimeOfStay(?poi, ?time) \wedge \\
 & swrlb : lessThan(?time, 60) \rightarrow hasRecommendedItem(?p, ?poi)
 \end{aligned} \tag{2}$$

A ontologia aqui proposta tem então o propósito de modelar elementos de domínio de uma cidade e, ainda, apresentar recomendações transparentes e apropriadas ao perfil,

<sup>4</sup><https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Pellet>

<i>hasRecommendedItem</i>
Per Voi Massas e Galetos
Colosseo
Le Chalet de La Fondue Restaurant
Carlito's Restaurante

**Tabela 1. Lista de Recomendações Geradas**

interesses e intenções de seus usuários. A ontologia então oferece uma visão dos aspectos relacionados com a semântica de dados do domínio, de modo a mapear as entidades que devem ser modeladas e quais atributos são relevantes para uma recomendação adequada de melhor usufruto dos elementos da cidade a seus cidadãos.

## 5. Considerações Finais

Neste trabalho apresentou-se um modelo ontológico com o propósito de modelar elementos de uma cidade e, ainda, apresentar recomendações condizentes ao perfil, interesses e intenções de uma pessoa. Foram elaboradas regras semânticas de possível aplicação ao modelo, onde buscou-se demonstrar a projeção de recomendações personalizadas a partir de diferentes variáveis relacionadas ao usuário e ao contexto no qual este está situado.

As recomendações realizadas a partir de inferências sobre a ontologia mostraram-se de grande potencial de uso às necessidades específicas de cada usuário, sendo esse residente ou visitante. A proposta de baseada em ontologia, aqui apresentada, mostra-se então suficientemente versátil para ser expandida de modo a aumentar sua abrangência, cobrindo aspectos que possam vir a ser relevantes para uma melhor recomendação adaptativa.

## Referências

- da Costa Bichir, R., Moreira, E., Feitosa, F., Netto, V. M., de Oliveira, J. P. M., Ziviani, A., Úrsula Peres, and Ciminelli, V. (2017). Cidades sustentáveis-inteligentes. In e Eduardo Marques, J. R. B., editor, *Projeto de ciência para o Brasil*, volume 1, chapter 8, pages 185 – 205. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- Definition, T. O. (2015). Open definition.
- Dentler, K., Cornet, R., Ten Teije, A., and De Keizer, N. (2011). Comparison of reasoners for large ontologies in the owl 2 el profile. *Semantic Web*, 2(2):71–87.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowl. Acquis.*, 5(2):199–220.
- Noy, N. F., McGuinness, D. L., et al. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*.